

Проблемы управления: теория и практика  
Administrative problems: theory and practice

DOI: 10.24412/2070-1381-2021-87-7-18

Воспитание у населения востребованного отношения к атомной энергетике

**Горин Николай Владимирович<sup>1</sup>**

Кандидат физико-математических наук, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени академика Е.И. Забабахина», Снежинск, РФ.

E-mail: [n.gorin@vniitf.ru](mailto:n.gorin@vniitf.ru)

SPIN-код РИНЦ: [8826-7307](#)

ORCID ID: [0000-0001-7468-1492](#)

**Абрамова Надежда Леонидовна**

Кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой биологии, химии, экологии и методики их преподавания, Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, РФ.

E-mail: [abramova\\_nadin@mail.ru](mailto:abramova_nadin@mail.ru)

SPIN-код РИНЦ: [9566-0083](#)

ORCID ID: [0000-0003-1841-0035](#)

**Нечаева Светлана Владимировна**

Кандидат исторических наук, доцент, ЧФ РАНХиГС, Челябинск, РФ.

E-mail: [nechaeva@chel.ranepa.ru](mailto:nechaeva@chel.ranepa.ru)

SPIN-код РИНЦ: [2342-4497](#)

ORCID ID: [0000-0003-3400-8628](#)

**Головихина Ольга Сергеевна**

Советник, ФГУП «НО РАО», Москва, РФ.

E-mail: [OSGolovikhina@rosatom.ru](mailto:OSGolovikhina@rosatom.ru)

SPIN-код РИНЦ: [3121-8253](#)

ORCID ID: [0000-0002-2552-4586](#)

**Аннотация**

Настоящей статьей авторы хотели бы привлечь внимание научной общественности к одной из важнейших государственных проблем — к назревшей необходимости переориентации современной энергетики с углеводородных энергоносителей на экологически чистую атомную энергетику. Отмечено, что все материальные блага современной цивилизации стали доступны благодаря энергетике, но одновременно она ответственна за загрязнение окружающей среды и, возможно, за глобальное потепление. В научной среде сложилось понимание, что человечество должно прекратить сжигание углеводородных энергоносителей и перейти на единственную экологически чистую атомную энергетику. Однако понимание этой истины в обществе еще не установилось, значительная часть населения живет иллюзиями решения экологических проблем за счет солнечной и ветровой энергетики. Показана назревшая необходимость востребованного отношения населения к атомной энергетике, хотя во многих странах пока не удалось добиться даже лояльного отношения к ней. Отмечено, что если востребованное отношение к атомной энергетике сложится у общественности и авторитетных групп населения — у педагогов, журналистов, депутатов, специалистов местных органов самоуправления, то оно неизбежно передастся населению, прежде всего школьникам и молодежи, которые вскоре будут определять основные направления развития страны. В результате в жизнь вступит новое поколение молодежи с новым отношением к атомной энергетике. Поэтому предложено начинать воспитание востребованного отношения к атомной энергетике с педагогов, школьников и студентов и одновременно с авторитетных групп населения. Названы источники доброкачественной информации об атомной отрасли для журналистов, депутатов и блогеров, стремящихся сохранить и расширить свою аудиторию. Показана необходимость введения в программы обучения школьников и студентов специализированной дисциплины «Радиационно-экологическая грамотность» и других альтернативных форматов просвещения молодежи. За последние годы отобрана и систематизирована надежная информация для работы с разными группами населения и отработан ряд педагогических методик, на основе которых можно подготовить такую дисциплину.

**Ключевые слова**

Атомная энергетика, общественность, авторитетные категории населения, востребованное отношение к атомной энергетике, загрязнение окружающей среды.

**Fostering Respectful Attitude towards Nuclear Industry**

**Nikolay V. Gorin<sup>2</sup>**

PhD, Russian Federal Nuclear Center — Zababakhin All-Russia Research Institute of Technical Physics, Snezhinsk, Russian Federation.

E-mail: [n.gorin@vniitf.ru](mailto:n.gorin@vniitf.ru)

ORCID ID: [0000-0001-7468-1492](#)

**Nadezhda L. Abramova**

PhD, Associate Professor, Head of Department of Biology, Chemistry, Ecology and Their Teaching Methods, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russian Federation.

E-mail: [abramova\\_nadin@mail.ru](mailto:abramova_nadin@mail.ru)

ORCID ID: [0000-0003-1841-0035](#)

<sup>1</sup> Корреспондирующий автор.

<sup>2</sup> Corresponding author.

**Svetlana V. Nechaeva**

PhD, Associate Professor, Chelyabinsk Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Chelyabinsk, Russian Federation.

E-mail: [nechaeva@chel.ranepa.ru](mailto:nechaeva@chel.ranepa.ru)

ORCID ID: [0000-0003-3400-8628](https://orcid.org/0000-0003-3400-8628)

**Olga S. Golovikhina**

Councilor, National Operator for Radioactive Waste Management, Moscow, Russian Federation.

E-mail: [OSGolovikhina@rosatom.ru](mailto:OSGolovikhina@rosatom.ru)

ORCID ID: [0000-0002-2552-4586](https://orcid.org/0000-0002-2552-4586)

**Abstract**

The authors of this article would like to draw scientists' attention to one of the most important national problems, namely, the need of changing the source of energy from hydrocarbons to environmentally friendly nuclear power production. It is noted that all the creature comforts of the modern world are available because of the power production industry, but at the same time this industry causes environment pollution and, probably, global warming. The scientists have come to the idea that the humanity should stop burning hydrocarbons and start using nuclear as the only environment friendly source of energy. Nevertheless, people are still far from understanding this problem. The significant part of the population believes that it is possible to solve ecological problems with solar and wind energy. The paper shows the need of broad masses respectful attitude towards nuclear industry, nevertheless in many countries the majority is not even loyal to it. It is noted that if respectful attitude towards nuclear industry will be fostered among wide public and influencers (such as teachers, journalists, deputies, local authority specialists), it will inevitably be promoted to the population and, first of all, to the school kids and the youth, who will soon determine the main trends in the state development. As a result, the new generation of the youth, who will soon be the key stakeholders, will be loyal to the nuclear. For this reason, it is proposed to promote the idea of respectful attitude towards nuclear industry among teachers, school children, and influencers. The sources of positive information about nuclear industry for journalists, deputies, and bloggers, interested in retaining and increasing the audience, are provided. The necessity of introducing such a specific discipline as Radio-environmental awareness is shown. In the recent years the great amount of reliable information has been processed and arranged. It can be used to work with various groups of people and a number of teaching techniques, that can be used for such a course, have been developed.

**Keywords**

Nuclear energy, wide public, influencers, respectful attitude towards nuclear energy, environmental pollution.

**Введение**

Настоящей статьей авторы хотели бы привлечь внимание научной общественности к одной из важнейших государственных проблем — к назревшей необходимости переориентации энергетики с углеводородных энергоносителей на экологически чистую атомную энергетику и переходу на востребованное отношение к развитию атомной энергетики у населения и заинтересованной общественности. Для этого потребуются относительно небольшие корректировки в школьных и институтских программах обучения: проведение занятий по повышению радиационно-экологической и энергетической грамотности. Дополнительно ввести их в загруженные современные школьные учебные программы весьма проблематично, но необходимость формирования востребованного отношения к атомной энергетике становится все более актуальной, и, скорее всего, придется принимать решение на достаточно высоком государственном уровне и вводить в учебные программы курс «Радиационная грамотность». В результате у школьников, которые в скором времени станут активной частью взрослого населения, может быть воспитано востребованное отношение к развитию экологически чистой атомной энергетики, и, как следствие, могут быть решены проблемы загрязнения окружающей среды, роста парникового эффекта и, возможно, глобального потепления. Проблема актуальна, что подтверждается позицией Президента и Правительства РФ<sup>3</sup>.

В настоящее время развитие атомной отрасли невозможно без поддержки населения и общественности. Необходимость информирования общественности предусмотрена документами МАГАТЭ<sup>4</sup>, обязательное обсуждение с общественностью планов размещения, строительства, эксплуатации объектов атомной отрасли определено в российском законодательстве<sup>5</sup> и в ряде

<sup>3</sup> Прямая линия Президента РФ 30.06.21 // Вести [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vesti.ru/video/2313066> (дата обращения: 01.02.2021).

<sup>4</sup> Привлечение заинтересованных сторон к решению ядерных вопросов. INSAG-20 // IAEA [Электронный ресурс]. URL: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1276\\_R\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1276_R_web.pdf) (дата обращения: 02.02.2021); Stakeholder Involvement Throughout the Life Cycle of Nuclear Facilities // IAEA [Электронный ресурс]. URL: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1520\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1520_web.pdf) (дата обращения: 02.02.2021); Communication and Stakeholder Involvement in Environmental Remediation Projects // IAEA [Электронный ресурс]. URL: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1629\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1629_web.pdf) (дата обращения: 02.02.2021).

<sup>5</sup> Федеральный закон «Об экологической экспертизе» № 174-ФЗ от 23.11.1995 // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8515/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/) (дата обращения: 02.02.2021); Постановление правительства «Об утверждении положения о порядке проведения государственной экологической экспертизы» ПП РФ № 698 от 11.06.1996 // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_10724/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10724/) (дата обращения: 02.02.2021); Приказ Госкомэкологии РФ «Об утверждении Положения об ОВОС» № 372 от 16.05.2000 // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_27864/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_27864/) (дата обращения: 02.02.2021).

международных документов<sup>6</sup>. Поэтому без поддержки и участия общественности (населения) обеспечить развитие атомной отрасли невозможно, а необходимость ее развития уже становится актуальной<sup>7</sup>. К сожалению, простой поддержки развития в настоящее время уже недостаточно, необходимо, чтобы общество требовало от власти строительства атомной, а не углеводородной станции.

Население поддержит востребованное отношение к атомной энергетике, если, во-первых, его убедят в необходимости отказа от углеводородных энергоносителей и, во-вторых, оно поверит в достаточный уровень культуры безопасности специалистов Госкорпорации «Росатом» и ее организаций. В статье представлена информация, на основе которой можно подготовить аргументацию для убеждения в назревшей необходимости воспитания в обществе востребованного отношения к атомной энергетике. Одновременно представлен краткий перечень публикаций, иллюстрирующих культуру безопасности в атомной отрасли на примерах разноплановых работ (технологических, экспериментальных, расчетных и пр.) одного из научных центров (ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ, г. Снежинск, Челябинская обл.).

Понятие «культура безопасности» впервые было сформулировано МАГАТЭ в 1986 году в процессе анализа причин и последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), когда было признано, что отсутствие культуры безопасности явилось одной из основных причин этой аварии. В дальнейшем термин был уточнен в «Общих положениях обеспечения безопасности атомных станций» (ОПБ-88), но его значение было оставлено открытым для толкования. Через пять лет причина аварии на ЧАЭС была сформулирована более точно и лаконично: «...из-за неправильных действий оператора реактора был приведен в аномальное состояние, в котором проявились недостатки как научной проработки реактора, так и конструкции...» [Большов 2016, 38]. Основной причиной назван человеческий фактор, а затем в неявном виде обозначены требования нормативных документов, в создании которых, к сожалению, неизбежен тот же самый человеческий фактор. Регламентировать его невозможно, но вполне возможно поддерживать постоянное внимание общества к ядерным технологиям, которые в последнее время все шире внедряются в практику.

### **Роль энергетики в современном мире**

На протяжении всей истории развития человечества уровень потребления энергии государством всегда коррелировал с производством промышленной продукции и продуктов питания, то есть с уровнем жизни населения. Полтора века назад на планете проживало менее 1 млрд чел., сжигание углеводородных энергоносителей и, следовательно, масштаб производства энергии были малы и к заметному загрязнению окружающей среды не приводили. Благодаря энергетике населению стали доступны многие материальные блага, но, с другой стороны, именно она является основным источником загрязнения окружающей среды. Снижение объема производимой энергии будет способствовать защите окружающей среды, но незамедлительно приведет к уменьшению объема производства промышленной продукции и продуктов питания и, как следствие, к сокращению численности населения.

Отказ от сжигания углеводородов и переход к экологически чистым источникам энергии стали очевидны по крайней мере уже несколько лет назад прежде всего в научной среде [Brook et al. 2014]. В одной из последних публикаций [Turkson et al. 2020] было отмечено, что производство энергии становится все более важным из-за огромного давления на энергетические ресурсы для поддержки устойчивого экономического развития и роста населения.

Необходимость защиты окружающей среды как реакция на глобальное потепление и рост парникового эффекта широко отражена в современной мировой научной печати. Читатель легко найдет соответствующие публикации и согласится, что в основном они направлены на развитие атомной энергетике, способной без загрязнения производить десятков млрд т н.э. энергии. Прежде всего следует отметить издания МАГАТЭ<sup>8</sup> и World Nuclear Association<sup>9</sup>, обобщающие результаты многочисленных исследований и отражающие неизбежность развития атомной энергетике. В материалах международной конференции МАГАТЭ<sup>10</sup> отмечена важная роль атомной энергии в борьбе с изменениями

<sup>6</sup> Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте // ООН [Электронный ресурс]. URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/env\\_assessment.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/env_assessment.shtml) (дата обращения: 02.02.2021).

<sup>7</sup> План на 100 лет — «Росатом» принял долгосрочную стратегию развития ядерной энергетике // Страна Росатом [Электронный ресурс]. URL: <https://strana-rosatom.ru/2019/02/05/den-nauki-kruglyi-god> (дата обращения: 30.02.2021).

<sup>8</sup> Nuclear Technology Review, 2020 // IAEA [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc64-inf2.pdf> (дата обращения: 02.02.2021).

<sup>9</sup> World Nuclear Association The need for large and small nuclear, today and tomorrow // World Nuclear [Электронный ресурс]. URL: <https://www.world-nuclear.org/getmedia/b2c3bc85-deb0-4856-a5fb-3d9a5149294a/the-need-for-large-and-small-nuclear.pdf.aspx> (дата обращения: 02.02.2021).

<sup>10</sup> International Conference on climate change and the role of nuclear power // IAEA [Электронный ресурс]. URL: [https://www.iaea.org/sites/default/files/19/10/2019-10-23\\_concluding\\_summary\\_final.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/19/10/2019-10-23_concluding_summary_final.pdf) (дата обращения: 02.02.2021).

климата. Большое внимание уделяется методам сокращения стоимости и сроков сооружения АЭС<sup>11</sup>. Имеется большой объем публикаций в научных изданиях, анализирующих влияние энергии на окружающую среду, направленных на замену углеводородных энергоносителей на экологически чистые. Одновременно ряд публикаций совершенно правильно выступает за развитие возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой, энергии биомассы и пр.), но имеется ряд публикаций в пользу традиционных энергоносителей, например сланцевого газа<sup>12</sup>. Есть веские доказательства того, что ядерная энергетика станет важным составным элементом системы устойчивой энергетике будущего [Gasparatos et al. 2017].

В настоящее время в общественном сознании формируется понимание, что потребление углеводородных энергоносителей следует ограничить, так как их сжигание для получения энергии является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Поэтому переход на экологически чистые энергоносители в течение ближайших десятилетий неизбежен [Пономарев 2018; Нигматулин 2015; Пономарев-Степной 2016]. В настоящее время население мира ежегодно потребляет 14,3 млрд т н.э. (~6·10<sup>20</sup> Дж/год) и сбрасывает в атмосферу 33,1 млрд т углекислого газа<sup>13</sup>. Снижение потребления энергии пока не прогнозируется, снижение масштабов загрязнения обсуждается, но пока без заметных результатов, и вряд ли они появятся до тех пор, пока топливо будут сжигать, то есть получать энергию в реакции окисления углерода с выделением углекислого газа:  $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 4,2 \text{ эВ}$ .

Пока существует только одна экологически чистая атомная энергетика, способная обеспечить современную цивилизацию энергией на уровне десятка млрд т н.э. без потребления кислорода и загрязнения окружающей среды, никакая другая энергетика с задачами обеспечения энергией в таком масштабе и экологической чистоты не справится<sup>14</sup>.

Из-за страха, вызванного у населения прошлыми авариями и недостаточным уровнем радиационной грамотности, ядерная отрасль все еще не сумела добиться лояльного отношения к себе даже в странах, развивавших атомную энергетiku. Поэтому сдержанное отношение к атомной энергетике наблюдается не только в мире, но и в России, где население еще окончательно не определилось с отношением к атомной энергетике [Мельникова и др. 2018]. Часть населения связывает будущее с использованием не атомной, а со столь же экологически чистой солнечной и ветровой энергетикой. Однако ошибочно полагать, что солнечные и ветровые станции решат полностью задачи по бесперебойному энергоснабжению всех секторов экономики, так как у них слишком мала плотность потока энергии, но их использование следует приветствовать везде, где это экономически оправдано. Многочисленные публикации о бурном развитии солнечной и ветровой энергетики правильны, но пока их доля в мировом балансе энергии находится на уровне процентов, а ее необходимо доводить по крайней мере до нескольких десятков процентов. Вряд ли солнечная и ветровая энергетика смогут оказать заметное влияние на мировой энергобаланс в силу нестабильности режимов генерации и, самое главное, небольших масштабов производства энергии.

Для того чтобы изменить отношение современного человека к атомной энергетике и ядерным технологиям, необходимо проинформировать его и убедить, что:

- создание ядерного оружия в СССР было жизненно необходимой мерой защиты; образовавшееся в результате ядерное наследие и понесенные затраты оправданы;
- основные «болевы́е точки» ядерного наследия, образовавшиеся в результате выполнения военных программ к настоящему времени, в основном ликвидированы;
- атомная энергетика, как и любая другая область человеческой деятельности, потенциально опасна и требует для обслуживания квалифицированных и ответственных специалистов. К настоящему времени учтен опыт прошлых аварий и созданы реакторы нового поколения с естественной безопасностью, исключающие последствия грубых ошибок операторов. Созданы такие режимы работы реакторов, что последствия любой проектной аварии, вероятность возникновения которой не превосходит нормативной величины 10<sup>-6</sup> 1/год, не выходят за пределы атомной станции и не влияют на жизнь населения;

<sup>11</sup> Gogan K., Ingersoll E. The ETI Nuclear Cost Drivers Project: Summary Report // Energy Technologies Institute [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eti.co.uk/library/the-eti-nuclear-cost-drivers-project-summary-report> (дата обращения: 02.02.2021).

<sup>12</sup> Cooper J. Life Cycle Sustainability Assessment of Shale Gas in the UK: PhD Thesis. The University of Manchester, 2017.

<sup>13</sup> Global Energy and CO<sub>2</sub> Status Report 2018 // International Energy Agency [Электронный ресурс]. URL: [https://www.eenews.net/assets/2019/03/26/document\\_cw\\_01.pdf](https://www.eenews.net/assets/2019/03/26/document_cw_01.pdf) (дата обращения: 05.02.2021).

<sup>14</sup> Капица П.Л. Энергия и физика. (Доклад на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР, Москва, 8 октября 1975 г.) // Aftershock [Электронный ресурс]. URL: <https://aftershock.news/?q=node/619844> (дата обращения: 02.02.2021).

- с углеводородной энергетикой можно было безопасно существовать, пока численность населения планеты не превышало 2–3 млрд чел. и производство энергии было существенно меньшим. В настоящее время при населении планеты около 8 млрд чел. и это уже опасно;
- риск возникновения запроектных (или гипотетических) аварий вероятностью менее  $10^{-6}$  1/год современная цивилизация принимает;
- все энергетика, основанные на углеводородных энергоносителях и производящие более десятка млрд т н.э. энергии, гораздо опаснее и последствия их штатной работы, а не аварийных ситуаций выходят за пределы предприятий;
- солнечная и ветровая энергетика с проблемами обеспечения человечества энергией не справится;
- на решение энерго-экологических проблем человечеству остается не более нескольких десятилетий.

### **Опасности современной энергетики**

В настоящее время в обществе сложилось устойчивое мнение об опасности атомной энергетики, и следует сравнить опасность одной энергетики с другой, учитывая следующие критерии:

- стоимость «угольного», «газового», «нефтяного» и «атомного» 1 квт·час энергии;
- количество отходов на единицу полезной мощности;
- выброс в атмосферу  $\text{CO}_2$  и потребление кислорода;
- последствия аварий;
- влияние на здоровье персонала и населения;
- оставшиеся ресурсы энергоносителей;
- сроки сооружений объектов энергетики;
- травматизм в отраслях энергетики.

По мере развития человечества эти приоритеты изменялись. До середины прошлого века единственным критерием выбора энергоносителя была стоимость его добычи, переработки и транспортировки. Только в конце прошлого века руководители государств вынуждены были начать обсуждение вопросов парниковых газов и глобального изменения климата, то есть стали анализировать масштабы загрязнения окружающей среды — выбросов в атмосферу углекислого газа и образования радиоактивных отходов. Остальные критерии имеют существенно меньший приоритет.

За более чем полувековую историю развития атомной энергетики в мире произошли пять крупных аварий: на АЭС «Уиндскейл» (Англия), «Тримайл-Айленд» (США), Чернобыльской АЭС (СССР), «Фукусима-1» (Япония) и ПО Маяк (СССР). Наиболее крупная Чернобыльская авария повлияла на небольшую часть Белоруссии и Украины, Фукусима — на районы Японии, авария на ПО Маяк — на небольшую часть Челябинской области и в меньшей степени Курганскую и Свердловскую. Выбросы углекислого газа и загрязнение окружающей среды влияют на всю планету, на жизнь 7–8 миллиардов человек.

Поэтому при оценках опасности следует сравнивать отходы и загрязнение окружающей среды, и во многих публикациях (например, [Горин 2021а]) показано, что влияние на окружающую среду от атомной энергетики ничтожно.

В докладе межправительственной группы экспертов по изменению климата (2013–2014 гг.) отмечено, что влияние человека было доминирующей причиной потепления, наблюдаемого с середины XX века. Изменения климата обусловлены ростом концентраций парниковых газов в результате хозяйственной деятельности человека<sup>15</sup>.

### **Опасность угольного цикла**

В зоне влияния угольных тепловых электростанций проживает 15–20 млн чел (не менее 10% населения России), и для них выбросы взвешенных частиц увеличивают смертность на 8–10 тыс. дополнительных смертей в год, то есть на 3–4% общей смертности [Белая книга ядерной энергетики 2001]. Самый вредный фактор — пыль. Шахтер — одна из наиболее опасных профессий, и на каждый добытый млн т угля приходится ~1 смертельная травма.

Имеет место связь между интенсивностью и составом выбросов угольных тепловых электростанций и заболеваемостью населения — прежде всего респираторной системы. При транспортировке и складировании угля в пыль переходит ~0,1% его массы, что вызывает рост сердечно-сосудистых заболеваний и органов дыхания, весьма опасно загрязнение канцерогенами типа бенз(а)пирена, окисью серы, оксидами азота и пр.

<sup>15</sup> Climate Change 2014: Synthesis Report. Summary for Policymakers// IPCC [Электронный ресурс]. URL: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf) (дата обращения: 05.02.2021).

Безопасность угольного цикла может быть приемлема лишь при соблюдении санитарно-гигиенических и экологических норм, что требует больших капитальных вложений, и к настоящему времени в полной мере эти требования не реализованы. При квотировании или установлении штрафов за выбросы парниковых газов угольная энергетика неизбежно будет вытеснена на энергетическую периферию.

При сжигании органических энергоносителей в трубу тепловой станции выбрасываются естественные радионуклиды, находящиеся в топливе, с активностью значительно большей, чем активность нуклидов, выбрасываемых в трубу АЭС. При практически одинаковом вкладе в производство электроэнергии в России угольных станций и АЭС географическое загрязнение от ядерной энергетике (площадь нарушенных земель) почти в 20 раз меньше.

### **Опасность газомазутного цикла**

Процесс добычи и переработки нефти и газа сопровождается рассеянием в окружающей среде сотен химических веществ с высокой токсичностью, мутагенными и канцерогенными свойствами. Газомазутный топливный цикл приемлем для крупномасштабной энергетике при условии:

- соблюдения санитарно-гигиенических норм на рабочих местах при добыче и переработке топлива;
- исправности и надежности нефте- и газопроводов;
- политической стабильности регионов, по территории которых проходят транспортные топливные артерии;

Однако перечисленные требования полностью пока не выполняются.

В последние годы в научной печати достаточно много пишут о перенаселенности планеты и чрезмерной техногенной нагрузке на природные ресурсы. Известно, что численность населения Европы, Северной Америки, Австралии, Центральной и Южной Америки изменяется слабо, рост численности происходит в Африке и в Азии, главным образом в Китае и Индии, где проживает ~40% населения планеты, где немного АЭС и население в основном сжигает углеводородное топливо. Китай и Индия по выбросам углекислого газа в атмосферу занимают 1 и 3 места соответственно. Поэтому загрязнение планеты будет неизбежно увеличиваться со всеми вытекающими последствиями для численности населения и будущих поколений.

### **Общественность и авторитетные категории населения**

Общественностью называют ту часть общества, которая наиболее активно участвует в его жизни, определяет основные направления его развития, пользуется большим влиянием и уважением<sup>16</sup>. По сути дела, авторитетные категории населения — это учителя, журналисты, блогеры, представители местных органов самоуправления, врачи, юристы, к мнению которых население прислушивается. На первое место в списке поставлены школьные учителя, к их мнению школьники (и их родители) не просто прислушиваются, а запоминают его надолго и, как правило, проносят через всю свою жизнь. Каждый год во взрослую жизнь в России вступает около 2 млн молодых людей, завершивших школьное образование, со сложившейся системой ценностей, сформированной под влиянием многих факторов и авторитетов: своих родителей, педагогов, других, не всегда самых лучших источников информации.

Общественное мнение консервативно, и изменить его быстро, например за десяток лет, можно единственным способом — направить основные усилия не на информационную работу со всем населением, а на воспитание у молодежи другого радиационно-экологического и энергетического мировоззрения, ориентированного на отказ от использования углеводородных энергоносителей. Одновременно молодежь должна знать реальные возможности возобновляемых источников, главным образом солнечной и ветровой энергетике. Естественно, следует понимать, что возобновляемые источники смогут выполнять лишь вспомогательную роль, а основной вклад в энергетический баланс цивилизации будет вносить атомная энергетика. Очевидно, что, как только молодежь с иным энерго-экологическим мировоззрением станет определять направления развития страны, сразу же изменится общественное мнение.

В документации последних лет относительно работы с населением, как правило, присутствует выражение «...информационно-разъяснительная работа с населением по вопросам ядерной и радиационной безопасности...». Однако не следует понимать его буквально и стремиться сообщать населению фундаментальные положения ядерной и радиационной безопасности, это невозможно,

<sup>16</sup> Толковый словарь русского языка / под редакцией Д.В. Дмитриева. М.: Астрель. АСТ, 2003.

и в этом нет необходимости. Для населения проблемы научных дисциплин важны лишь с точки зрения их влияния на образ и уровень жизни, на уверенность в собственной безопасности. Население должно быть уверено, что за безопасностью ядерно- и радиационно-опасных объектов следят подготовленные и ответственные специалисты Госкорпорации «Росатом», культура безопасности в атомной отрасли поддерживается на должном уровне; оно должно понимать, что полностью исключить аварийные ситуации невозможно, но при любой аварийной ситуации ее последствия не выйдут за территорию промышленной площадки.

Представитель общественности и любой из авторитетных категорий населения, если стремится оставаться в центре событий и пользоваться влиянием в своем окружении, должен постоянно учиться и знать гораздо больше того, что знает его окружение, и быть способным всегда сообщить что-то новое и ответить на вопросы. Для этого им необходима серьезная оперативная и профессиональная информация об атомной отрасли. По крайней мере, это полностью применимо к журналистам, органам власти и блогерам, иначе они потеряют популярность со всеми вытекающими для них последствиями.

Тяга журналиста к важным новостям и сенсациям является неотъемлемой частью профессии. Однако если в большинстве тем ошибка в информировании населения может пройти относительно безболезненно, приведя лишь к легкому недоразумению, то в атомной сфере это может привести к тяжелым последствиям, вплоть до панических настроений и вреда здоровью, и следует руководствоваться принципом врача — «не навреди».

К настоящему времени подготовлен ряд публикации в научных журналах по разным вопросам радиационной безопасности и реализации федеральных целевых программ [Горин и др. 2020с; Горин и др. 2021а; Горин и др. 2021b], литература по достоинствам атомной энергетики, брошюры, буклеты и пр.

### **Культура безопасности**

Историческая закрытость атомной отрасли привела к тому, что основным и практически единственным источником новостей о событиях на ядерных предприятиях является сама ГК «Росатом» и ее организации, использующие сообщения и пресс-релизы служб по связям с общественностью, официальные комментарии руководства, публикации корпоративных СМИ, хотя к ним в обществе относятся настороженно. Современный гражданин в поисках информации обращается прежде всего в интернет, и ему можно рекомендовать надежные первоисточники из электронной библиотеки «История Росатома», истинную информацию об отрасли можно найти в научной литературе в библиотеках и только на некоторых сайтах в интернете [Горин и др. 2020b]. Ко всей остальной информации из электронных медиа следует относиться критически, так как имеется много безответственных публикаций. Источники доброкачественной информации известны — издания ГК «Росатом» и ее организаций и публикации в научных журналах ведущих специалистов.

При написании статей в серьезные научные издания авторы никогда не преследуют целей популярного изложения проблемы (естественно, если это специально не оговорено), статьи пишут строгим научным языком с соответствующим понятийным аппаратом, и для понимания требуются не только усилия от читателя, но и соответствующий уровень образования. Школьникам читать эти статьи еще рано, может быть, с ними следует ознакомить студентов старших курсов технических специальностей. Однако они могут быть настоятельно рекомендованы представителям авторитетных категорий населения (журналистам, преподавателям вузов, специалистам органов местного самоуправления и пр.) как для аргументации позиции при выступлениях перед населением и в СМИ, так и для углубленного понимания проблемы своего региона.

Так, в настоящей работе перечислена небольшая часть научных публикаций РФЯЦ-ВНИИТФ, которые отражают культуру безопасности в разноплановых исследованиях разных лет. Основная часть публикаций размещена в наиболее престижном издании атомной отрасли (в журнале «Атомная энергия»), и они могут убедить читателя в достаточном внимании к обеспечению всех аспектов безопасности. Их могут использовать представители авторитетных категорий населения для повышения своего уровня знаний по проблемам Уральского региона.

Точно такая же информация опубликована по проблемам безопасности других регионов страны, и прежде всего опубликованы результаты ликвидации ядерного наследия, оставшегося после распада СССР. Это одна из важнейших тем для населения во всех регионах. Население беспокоят ядерные объекты Урала и Сибири, открытые хранилища жидких радиоактивных отходов, оставшихся от военных

программ, вывод из эксплуатации атомных подводных лодок на Дальнем Востоке и Северо-Западе России, обстановка в местах проведения мирных ядерных взрывов, судьба наследия от первых объектов гражданской атомной энергетики и пр.

Единой темы беседы по безопасности при ликвидации ядерного наследия и развития атомной энергетики, одинаково интересной жителям любого региона России, не существует. Действительно, население центральных районов России вряд ли заинтересуют проблемы хранения жидких радиоактивных отходов на Урале или в Сибири, они далеки от проблем вывода из эксплуатации подводных лодок на Дальнем Востоке. В каждом регионе основное внимание выступления следует сосредоточить на местных проблемах, и для этого достаточно доброкачественной информации, но одновременно следует кратко и «крупными мазками» обрисовать важнейшие проблемы других регионов.

В перечисленных ниже публикациях рассмотрено решение разноплановых проблем: обеспечение режима нераспространения ядерного оружия на бывшем Семипалатинском полигоне [Горин и др. 2020а] и при экспорте энергетических реакторов [Горин и др. 2021с]; обсуждены способы обнаружения скрытых ядерных испытаний [Горин и др. 2016], обнаружение ядерных материалов в грунте<sup>17</sup> и постановка расчетных исследований [Vasil'ev et al. 1996; Vasil'ev et al. 1997]; систематизирована в виде базы данных информация по мирным ядерным взрывам на территории бывшего СССР [Васильев и др. 2018], в ней аккумулирована информация с результатами работ 1965–1988 гг., она может быть полезна, например, специалистам местных органов государственной власти, проводящим разъяснительную работу с населением.

В течение последних 10–15 лет РФЯЦ-ВНИИТФ проводит работы по ликвидации ядерного наследия от одного из первых объектов гражданской атомной энергетики на Белоярской АЭС, разработал, обосновал безопасность, испытал и изготовил контейнеры для транспортировки и начал вывоз отработавшего ядерного топлива на ПО Маяк [Горин и др. 2006; Анфалова и др. 2006; Анфалова и др. 2019].

Читатель по перечисленным публикациям может самостоятельно оценить уровень культуры безопасности на предприятиях Госкорпорации.

Научными центрами страны подготовлен и опубликован существенно больший объем информации по ликвидации ядерного наследия в других регионах страны [Ликвидация ядерного наследия 2015]. Перечисленные выше публикации уместно использовать главным образом в Уральском регионе с добавлением результатов работ ПО Маяк по ликвидации озера Карачай и решению проблем Теченского каскада водоемов. В других регионах основное внимание следует уделить решению местных проблем, и опубликованной информации для этого вполне достаточно.

Совершенно очевидно, что у молодого и неискушенного слушателя неизбежно возникнет вопрос: во имя чего были понесены огромные затраты и выполнены работы, на ликвидацию последствий которых тратят огромные средства? Ответ прост: в результате работ в первые послевоенные годы было создано ядерное оружие, тем самым обеспечена безопасность, и в результате страна 75 лет живет мирной жизнью. За это время в СССР/России выросло три поколения людей, не знавших, что такое война, и сейчас в жизнь вступает четвертое поколение. Это очень убедительный аргумент в информационной работе, и его следует использовать.

Одновременно всегда следует подчеркивать, что ГК «Росатом» уделяет первоочередное внимание вопросам безопасности и население может быть уверено, что при любой проектной аварийной ситуации ее последствия не выйдут за территорию промышленной площадки предприятия.

### **Современные методы обучения**

В настоящее время в молодежной среде востребованы просветительские проекты, например Arzamas, на основе компьютерных технологий с краткими аудио- или видеолекциями по различным дисциплинам, справочными материалами, фотогалереей и кинохроникой, интервью, списком литературы и вопросами для самопроверки. На сайте проекта подготовлен курс «Как атом изменил нашу жизнь»<sup>18</sup>, одновременно представлены информация о А. Д. Сахарове, тест о влиянии ядерных технологий на современный образ жизни. Материал изложен увлекательно, зрелищно, с применением новейших информационных технологий и не может не заинтересовать молодежь.

<sup>17</sup> Горин Н.В., Покаташкин А.П., Ульянов А.И., Шмаков Д.В., Щербина А.Н. Способ обнаружения ядерных материалов в грунте и макет для отработки способа. Патент на изобретение RU 2262724 С2, 20.10.2005.

<sup>18</sup> Что такое мирный атом // Arzamas [Электронный ресурс]. URL: <https://arzamas.academy/materials/2199> (дата обращения: 15.02.2021).



Второй информационный проект, который можно рекомендовать, — это «Национальная платформа открытого образования», которая позиционирует себя как новый элемент системы высшего образования в России. По атомной проблематике платформа предлагает ряд курсов, например «Современные энергетические технологии: баланс четырех стихий»<sup>19</sup>. В качестве целевой аудитории курса авторы видят школьников 9–11 классов, студентов I курса бакалавриата естественнонаучных специальностей, выпускников бакалавриата, поступающих на программы магистратуры по тематикам энергетики и экологии. В результате обучения слушатель ознакомится с достоинствами и недостатками основных современных энергоносителей и особенностей их применения. Госкорпорация «Росатом» поддерживает такие проекты, периодически объявляет конкурсы на похожие темы, однако основное решение проблемы востребованного отношения к атомной энергетике должно быть на основе школьного и институтского обучения.

Следует рассмотреть вопрос о донесении качественного инструментария до целевой аудитории — молодежи, которая ориентирована по большей части на использование контента электронных медиа, о вовлечении в изучение данной тематики.

### **Заключение**

Таким образом, для развития экологически чистой атомной энергетики простой поддержки населения в ближайшее время будет недостаточно, необходимо востребованное отношение, когда общество будет требовать от руководства строительство атомной, а не углеводородной станции. Современное общественное мнение эту точку зрения пока не разделяет, изменить его быстро, например за десяток лет, можно единственным способом — направить основные усилия на воспитание молодежи с другим радиационно-экологическим и энергетическим мировоззрением, ориентированным на отказ от использования углеводородных энергоносителей и оценку реальных возможностей возобновляемых источников, главным образом солнечной и ветровой энергетики. Как только молодежь с таким энерго-экологическим мировоззрением станет определять направления развития страны, сразу же изменится общественное мнение. Поэтому предложено начинать воспитание востребованного отношения к атомной энергетике со школьников и студентов, изыскивая возможности введения в учебные программы специализированного курса «Радиационная грамотность». Одновременно можно начинать воспитание востребованного отношения к атомной энергетике со школьников через популярные в молодежной среде проекты на основе компьютерных технологий.

### **Список литературы:**

- Анфалова О.В., Воробьев А.И., Краев В.С., Чемеркин М.А., Осокин Л.И. Конструкция транспортного упаковочного комплекта ТУК-84 // Атомная энергия. 2006. Т. 100. № 6. С. 419–422.
- Анфалова О.В., Горин Н.В., Краев В.С. Вывоз ОЯТ реакторов АМБ-100 и АМБ-200 Белоярской АЭС на ПО Маяк // Вопросы радиационной безопасности. 2019. № 2. С. 47–52.
- Белая книга ядерной энергетики / под ред. Е.О. Адамова. М.: ГУП НИКИЭТ, 2001.
- Большов Л.А. Ядерная безопасность как фактор экономики // Атомный эксперт. 2016. № 8. С. 38–45.
- Васильев А.П., Горин Н.В., Дубасов Ю.В., Ильичев В.А., Касаткин В.В. Интегральная база данных о мирных ядерных взрывах на территории бывшего СССР // Вестник НЯЦ РК. 2018. № 2(74). С. 58–63.
- Горин Н.В., Волошин Н.П., Чуриков Ю.И., Климов А.В., Корнеев А.А. Компьютерный тренажер для обучения международных инспекторов поиску следов скрытых ядерных испытаний // Атомная энергия. 2016. Т. 120. № 4. С. 237–240.
- Горин Н.В., Волошин Н.П., Чуриков Ю.И., Чебесков А.Н., Кучинов В.П., Васильев А.П., Моисеев А.В., Шепелев С.Ф., Скворцов Д.А., Журин С.И., Шидловский В.В., Кривцов А.В. Обеспечение режима ядерного нераспространения при экспорте реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым топливным циклом // Атомная энергия. 2021с. Т. 130. № 1. С. 48–51.
- Горин Н.В., Головихина О.С., Глазов Е.Е., Екидин А.А., Нечаева С.В. Информирование населения, как инструмент развития атомной отрасли // Государственное управление. Электронный вестник. 2021а. № 85. С. 6–24. DOI: 10.24412/2070-1381-2021-85-6-24.

<sup>19</sup> Современные энергетические технологии: баланс четырех стихий // Национальная платформа открытого образования [Электронный ресурс]. URL: <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/MODENERGYTECH/> (дата обращения: 15.02.2021).

- Горин Н.В., Екидин А.А., Головихина О.С. Атомная энергетика в национальных проектах России // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2021b. № 1. С. 5–15. DOI: [10.26583/npe.2021.1.01](https://doi.org/10.26583/npe.2021.1.01).
- Горин Н.В., Екидин А.А., Нечаева С.В., Головихина О.С. Гармонизация информационного взаимодействия общественности и предприятий атомной отрасли // Динамика взаимоотношений государства, общества и крупного бизнеса в современной России: практики диалога и разрешения конфликтов на примере регионов присутствия предприятий атомной отрасли. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2020b. С. 58–67.
- Горин Н.В., Екидин А.А., Нечаева С.В., Головихина О.С. Информационные интересы общества и объектов атомной отрасли: уроки конфликтов // Государственное управление. Электронный вестник. 2020с. № 83. С. 47–61. DOI: [10.24411/2070-1381-2020-10108](https://doi.org/10.24411/2070-1381-2020-10108).
- Горин Н.В., Кандиев Я.З., Чернухин Ю.И. Обоснование ядерной и радиационной безопасности контейнера для отработавших ТВС реакторов АМБ Белоярской АЭС // Атомная энергия. 2006. Т. 100. № 6. С. 423–428.
- Горин Н.В., Красносельских М.В., Смирнов В.Г., Васильев А.П., Андреюк А.Н., Буренков С.В., Куценко В.М. Технологии приведения Семипалатинского полигона в безопасное состояние // Атомная энергия. 2020a. Т. 129. № 2. С. 114–117.
- Ликвидация ядерного наследия: 2008–2015 годы / под ред. А.А. Абрамова, О.В. Крюкова, И.И. Линге. М.: ГК Росатом, 2015.
- Мельникова Н.В., Артемов Е.Т., Бедель А.Э., Волошин Н.П., Михеев М.В. История взаимодействия ядерной энергии и общества в России. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018.
- Нигматулин Р.И. Четыре «э» современности: экономика, экология, энергетика, этнос. СПб.: СПбГУП, 2015.
- Пономарев Л.И. Без ядерной энергетике у нынешней цивилизации нет будущего // Атомный эксперт. 2018. № 3-4. С. 70–75.
- Пономарев-Степной Н.Н. Двухкомпонентная ядерная энергетическая система с замкнутым ядерным топливным циклом на основе БН и ВВЭР // Атомная энергия. 2016. Т. 120. № 4. С. 183–191. DOI: [10.1007/s10512-016-0123-x](https://doi.org/10.1007/s10512-016-0123-x).
- Brook B.W., Alonso A., Meneley D.A., Misak J., Bles T., van Erp J.B. Why Nuclear Energy Is Sustainable and Has to Be Part of the Energy Mix // Sustainable Materials and Technologies. 2014. No. 1-2. P. 8–16. DOI: [10.1016/j.susmat.2014.11.001](https://doi.org/10.1016/j.susmat.2014.11.001).
- Gasparatos A., Doll C.N.H., Esteban M., Ahmed A., Olang T.A. Renewable Energy and Biodiversity: Implications for Transitioning to a Green Economy // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. Vol. 70. Is. C. P. 161–184. DOI: [10.1016/j.rser.2016.08.030](https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.030).
- Turkson C., Acquaye A., Liu W., Papadopoulos T. Sustainability Assessment of Energy Production: A Critical Review of Methods, Measures and Issues // Journal of Environmental Management. 2020. Vol. 264. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110464>.
- Vasil'ev A.P., Gorin N.V., Kandiev Ya.Z., Kozybaev R.M., Malyshkin G.N., Samarin S.I., Shmakov V.M. Verification of Methods For Calculating The Characteristics Of A Pulsed Graphite Reactor // Atomic energy. 1996. Vol. 80. No. 3. P. 149–152.
- Vasil'ev A.P., Gorin N.V., Kandiev Ya.Z., Samarin S.I., Gaidaichuk V.A., Kaz'min Yu.M., Pakhnits V.A., Skivka A.S. Study of the Three-Dimensional Neutron Field in the Core of the IGR (Pulsed Graphite Reactor) // Atomic Energy. 1997. Vol. 82. No. 6. P. 403–408.

Дата поступления: 29.03.2021

References:

- Abramov A.A., Kryukov O.V., Linge I.I. (eds.) (2015) *Likvidatsiya yadernogo naslediya: 2008–2015 gody* [Nuclear legacy elimination: 2008–2015]. Moscow: GK Rosatom.
- Adamov E.O. (ed.) (2001) *Belaya kniga yadernoy energetiki* [White book of nuclear energy]. Moscow: GUP NIKIET.
- Anfalova O.V., Gorin N.V., Kraev V.S. (2019) Transport Of SNF from AMB-100 and AMB-200 Reactors of the Beloyarsk NPP to Mayak PA. *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. No. 2. P. 47–52.
- Anfalova O.V., Vorob'ev A.I., Kraev V.S., Chemerkin M.A., Osokin L.I. (2006) Construction of the TUK-84 Shipping Assembly. *Atomnaya energiya*. Vol. 100. No. 6. P. 419–422.
- Bolshov L.A. (2016) Nuclear Safety as the Economy Factor. *Atomnyy ekspert*. No. 8. P. 38–45.
- Brook B.W., Alonso A., Meneley D.A., Misak J., Bles T., van Erp J.B. (2014) Why Nuclear Energy Is Sustainable and Has to Be Part of the Energy Mix. *Sustainable Materials and Technologies*. No. 1-2. P. 8–16. DOI: [10.1016/j.susmat.2014.11.001](https://doi.org/10.1016/j.susmat.2014.11.001).
- Gasparatos A., Doll C.N.H., Esteban M., Ahmed A., Olang T.A. (2017) Renewable Energy and Biodiversity: Implications for Transitioning to a Green Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 70. Is. C. P. 161–184. DOI: [10.1016/j.rser.2016.08.030](https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.030).
- Gorin N.V., Ekidin A.A., Golovikhina O.S. (2021b). Nuclear Power Engineering as an Important Element of Russia's National Priority Projects. *Izvestiya vuzov. Yadernaya energetika*. No. 1. P. 5–15. DOI: [10.26583/npe.2021.1.01](https://doi.org/10.26583/npe.2021.1.01).
- Gorin N.V., Ekidin A.A., Nechayeva S.V., Golovikhina O.S. (2020b) Garmonizatsiya informatsionnogo vzaimodeystviya obshchestvennosti i predpriyatiy atomnoy otrasli [Harmonizing information communication between society and nuclear energy sector]. In: *Dinamika vzaimootnosheniy gosudarstva, obshchestva i krupnogo biznesa v sovremennoy Rossii: praktiki dialoga i razresheniya konfliktov na primere regionov prisutstviya predpriyatiy atomnoy otrasli*. Moscow: «KDU», «Universitetskaya kniga». P. 58–67.
- Gorin N.V., Ekidin A.A., Nechaeva S.V., Golovikhina O.S. (2020c) Society and Atomic Industry Enterprises Information Interests: Experience of Conflicts. *Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyy vestnik*. No. 83. P. 47–61. DOI: [10.24411/2070-1381-2020-10108](https://doi.org/10.24411/2070-1381-2020-10108).
- Gorin N.V., Golovikhina O.S., Glazov Y.E., Ekidin A.A., Nechaeva S.V. (2021a). Awareness-Raising as a Tool in Developing the Atomic Industry. *Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyy vestnik*. No. 85. C. 6–24. DOI: [10.24412/2070-1381-2021-85-6-24](https://doi.org/10.24412/2070-1381-2021-85-6-24).
- Gorin N.V., Kandiev Ya.Z., Chernukhin Yu.I. (2006) Validation of Nuclear and Radiation Safety of a Container for Spent AMB Reactor Fuel Assemblies at the Beloyarskaya Nuclear Power Plant. *Atomnaya energiya*. Vol. 100. No. 6. P. 423–428.
- Gorin N.V., Krasnoselskikh M.V., Smirnov V.G., Vasilyev A.P., Andreyuk A.N., Burenkov S.V., Kutsenko V.M. (2020a) Securing Technologies for Semipalatinsk Nuclear Test Site. *Atomnaya energiya*. Vol. 129. No. 2. P. 114–117.
- Gorin N.V., Voloshin N.P., Churikov Y.I., Klimov A.V., Korneev A.A. (2016) Computer Trainer for Teaching International Inspectors to Search for the Footprints of Secret Nuclear Tests. *Atomnaya energiya*. Vol. 120. No. 4. P. 237–240.
- Gorin N.V., Voloshin N.P., Churikov Yu.I., Chebeskov A.N., Kuchinov V.P., Vasiliev A.P., Moiseev A.V., Shepelev S.F., Skvortsov D.A., Zhurin S.I., Shidlovskiy V.V., Krivtsov A.V. (2021c) Searching for Ways of Achieving Compliance with the Nuclear Nonproliferation Regime during Export of Closed Fuel Cycle Fast Neutron Reactors. *Atomnaya energiya*. Vol. 130. No. 1. P. 48–51.
- Melnikova N.V., Artemov E.T., Bedel A.E., Voloshin N.P., Mikheev M.V. (2018) *Istoriya vzaimodeystviya yadernoy energii i obshchestva v Rossii* [The history of interaction between nuclear energy and society in Russia]. Yekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta.
- Nigmatulin R.I. (2015). *Chetyre «e» sovremennosti: ekonomika, ekologiya, energetika, etnos* [Four “e” of the modern age: economy, ecology, energy production, ethnicity]. Saint Petersburg: SPbGUP.
- Ponomarev L.I. (2018). Bez yadernoy energetiki u nyneshney tsivilizatsii net budushchego [Modern civilization doesn't have future without nuclear energy]. *Atomnyy ekspert*. No. 3-4. P. 70–75.

Ponomarev-Stepnoi N.N. (2016) Two-Component Nuclear Power System with a Closed Nuclear Fuel Cycle Based on BN and VVER Reactors. *Atomnaya energiya*. Vol. 120. No. 4. P. 183–191. DOI: 10.1007/s10512-016-0123-x.

Turkson C., Acquaye A., Liu W., Papadopoulos T. (2020) Sustainability Assessment of Energy Production: A Critical Review of Methods, Measures and Issues. *Journal of Environmental Management*. Vol. 264. Is. 15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110464>.

Vasil'ev A.P., Gorin N.V., Kandiev Ya.Z., Kozybaev R.M., Malyshkin G.N., Samarin S.I., Shmakov V.M. (1996) Verification of Methods For Calculating The Characteristics Of A Pulsed Graphite Reactor. *Atomic energy*. Vol. 80. No. 3. P. 149–152.

Vasil'ev A.P., Gorin N.V., Kandiev Ya.Z., Samarin S.I., Gaidaichuk V.A., Kaz'min Yu.M., Pakhnits V.A., Skivka A.S. (1997) Study of the Three-Dimensional Neutron Field in the Core of the IGR (Pulsed Graphite Reactor). *Atomic Energy*. Vol. 82. No. 6. P. 403–408.

Vasiliev A.P., Gorin N.V., Dubasov Yu.V., Ilichev V.A., Kasatkin V.V. (2018) Integrated Database on Peaceful Nuclear Explosions within the Former USSR. *Vestnik NYaTs RK*. No. 2(74). P. 58–63.

Received: 29.03.2021